

Ari Ahola

Kuljetuslavetin modifiointi

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Auto- ja kuljetustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Auto- ja työkonetekniikka

Tekijä: Ari Ahola

Työn nimi: Kuljetuslavetin modifiointi

Ohjaaja: Ari Saunamäki

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 4

Tutkimuksen kohteena oli Puolustusvoimien omistuksessa oleva kuljetuslavetti. Lavettia kuljetetaan vaihtolavalaitteella varustetulla ajoneuvolla erillisen apurungon avulla.

Tutkimuksen lähtökohtana oli muokata lavettia tai vaihtoehtoisesti sen apurunkoa siten, että se voitaisiin sovittaa koukkuvaihtolavalaitteeseen kiinni. Lavetti on aiemmin ollut vain vaijerivaihtolavalaitteella kuljetettavissa.

Tässä tutkimuksessa on esitelty uudeksi lavetin vetoautoksi tulevan Scania R 500:n ja tutkimuksen kohteena olevan kuljetuslavetin tärkeimmät tekniset tiedot sekä niiden jousitus- ja jarruratkaisut.

Työssä on myös perehdytty lain, säädösten sekä lavetin ja vetoauton valmistajien asettamiin eri rajoituksiin lavetin ja sen apurungon muokkaamiseen sekä vetoauton muokkaamiseen. Työssä esitellään erivaihtoehtot muutokselle sekä niiden kustannusarviot.

Avainsanat: puoliperävaunu, tutkimus, kuljetuslavetti, vaihtolavalaitte, kuorma-auto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automotive and Transportation Engineering

Specialisation: Automotive and Work Machine Engineering

Author: Ari Ahola

Title of thesis: Modification of a transport carriage

Tutor: Ari Saunamäki

Year: 2011

Number of pages: 39

Number of appendices: 4

This thesis is about the transportation of the low-bed trailer, owned by the Finnish Defense Forces. The low-bed trailer is moved by the demountable platform vehicle with a help of a separate suspension member.

The meaning of this thesis was to change the low-bed trailer or the suspension member so that it would be possible to attach it to a hook-demountable platform. Earlier the low-bed trailer could only be moved by the wire-demountable platform.

In this thesis the Scania R 500 is presented which is the new tractor for the low-bed trailer. Also the most important technical information and suspension- and brake solutions of the low-bed trailer are included.

The thesis also includes clarifies of the laws, endowments and limitations set by the manufacturer of the low-bed trailer and the tractor which affect the changes of the low-bed trailer, the suspension member or the tractor. In this thesis the alternatives for the change and also the estimated cost of different alternatives are presented.

Keywords: semi-trailer, study, transportation low-bed trailer, demountable platform device, truck

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
2 TUTKIMUKSEN TILAAJA	11
2.1 Maavoimien Materiaalilaitos	11
2.2 Räjähdelaitos	12
3 AJONEUVOLAKI	13
3.1 Finlex	14
3.2 Sotilasajoneuvo.....	14
4 SCANIA R 500 KUORMA-AUTO	15
4.1 Kuorma- auton määritelmä.....	15
4.2 Scania R 500.....	15
4.3 Ilmajousitus	17
5 SIIMET T270 LAVETTI	18
5.1 Määritelmät	18
5.1.1 Perävaunu.....	18
5.1.2 Puolierävaunu	19
5.2 Siimet T270.....	19
5.2.1 Lehtijousitus	21
5.2.2 ALB	22
5.2.3 ABS.....	24
6 TUTKIMUS.....	25
6.1 Ongelma	25
6.2 Ratkaisuehdotuksia.....	28
6.2.1 Vetopöydän siirto	28
6.2.2 Apuvaunu (dolly)	28

6.3 Peräilytyksen muuttaminen	29
7 ERI RATKAISUIHIN PEREHTYMINEN	30
7.1 Vetopöydän siirto	30
7.2 Apuvaunu (dolly)	31
7.3 Peräilytyksen muuttaminen	33
7.4 Kustannusarviot	33
8 LOPPUYHTEENVETO.....	35
8.1 Kannattavuus	35
8.2 Omat päätelmät.....	35
LÄHTEET	37
LIITTEET	39

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio1. Maavoimien Materiaalilaitoksen organisaatio. (Puolustusvoimien intranet 2011.).....	11
Kuvio2. Räjähdelaitoksen organisaatio. (Puolustusvoimien intranet 2011.).....	12
Kuvio3. Ilmajousitettu kuorma-auton etuakseli. (Mylläri, Rantala & Sirola 2008, 286.).....	17
Kuvio4. Siimet T270-lavetti.	18
Kuvio5. Jousitus.....	21
Kuvio6. Tavallinen lehtijousi. (Hyvärinen, Mattila, Mylläri, Rantala & Sirola 2010, 129.).....	22
Kuvio7. ALB-venttiili. (Bräuninger 2003, 754.)	23
Kuvio8. Apurunko.....	25
Kuvio9. Sisun peräilytys.....	26
Kuvio10. Scanian peräilytys.	27
Kuvio11. Apuvaunu eli dolly. (VAK-Dolly [viitattu 21.2.2011].)	29
Kuvio12. Lavetin etuosa. (Siimet Oy, [viitattu 30.3.2011].).....	31
 Taulukko 1. Scania R 500 teknisiä tietoja. (Scania Ab 2011.).....	16

Taulukko 2.Kustannusarvio vetotapin siirrolle. (Nevalainen 2011.).....	33
Taulukko 3. Kustannusarvio apuvaunulle. (Nevalainen 2011.)	33
Taulukko 4.Kustannusarvio peräylityksen muuttamiselle. (Scania Ab 2011.)	34

Käytetyt termit ja lyhenteet

Vaihtolavalaite	Kuorma-auton varuste, jonka avulla voidaan ottaa kuorma-auton päälle erilaisia lavoja, kontteja jne.
Lavetti	Kuorma-auton perään kytkettävä työkoneiden kuljetukseen tarkoitettu puoliperävaunu.
ALB	Kuorman mukaan säätävä jarruvoimansäädin.
ABS	Järjestelmä, joka estää pyörien lukkiutumisen jarrutuksen aikana.
Dolly	Keskiakseliperävaunu, joka kytketään puoliperävaunuun tehden siitä varsinaisen perävaunun.

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa tutustuttiin Siimet-kuljetuslavettiin ja sen muokkaamiseen. Tutkimukseen ryhdyttiin, koska kyseinen lavetti on tullut Räjähdelaitoksen alaisuudessa toimivan Ähtärin varikon haltuun syksyllä 2010 ja se on rakennettu siten, että sitä voidaan vetää ainoastaan kuorma-autolla, jossa on vaihtolavalaitteisto. Tarkemmin kuorma-autolla, jossa on vaijerivaihtolavalaitteisto.

Alun perin Puolustusvoimien käyttöön tullessaan kyseinen lavetti on yksilökatsastettu kuorma-autolle Sisu SK 250 ja sitä ei tuolloin ole saanut millään muulla vetää. Nyt tilanne on kuitenkin se, että Ähtärin varikon käytössä oleva Sisu SK 250 on poistumassa käytöstä ja lavetille on löydettävä uusi vetoauto.

Uudeksi vetoautoksi asevarikolla on valittu kuorma-auto Scania R 500, joka on huomattavasti nykyaikaisempi sekä parempi kuin vanha pian käytöstä poistuva Sisu. Scania on varustettu koukkuvaihtolavalaitteella ja sen peräylitys on erimittainen kuin Sisussa. Tämä johtaa tutkimuksen pääongelmaan eli lavetin fyysiseen sopivuuteen Scanian perään.

Autojen välisistä eroista johtuu se, että lavetin apurunkoa tulee muokata niin, että se sopii koukkuvaihtolavalaitteen kanssa käytettäväksi. Koska Sisussa on vaijeritoiminen vaihtolavalaitteisto, lavetin apurunkoon on asennettu vaijerilaitteiston vaatimat vaijereiden kiinnityspisteet sekä Sisun konttilukoille sopivat vastakappaleet. Lavetin apurunkoon on siis asennettava vetolenkki sekä tarkistettava Scanian konttilukkojen sopivuus apurungon kiinnikkeisiin. Toinen, suurempi ongelma on kuorma-autojen peräylityksien erilaisuus. Tämä johtaa siihen, että vaikka lavetin apurungon saisikin kytkettyä Scanian vaihtolavalaitteeseen, lavetin varsinaisen rungon etuosa tulee niin lähelle auton takapäätä, että aina käännettäessä auton takapuskuri ja takavalot vaurioituisivat.

Lavetin muokkaamista koskeviin säädöksiin tulee siis tutustua sekä pohtia eri tapoja, joilla lavetti saadaan pidettyä liikenteessä ja miten se sopii Scanian perään. Tutkimuksen tarkoituksena on käydä läpi mahdolliset muokkausmahdollisuudet, joita lavetilla on mahdollista tehdä. Lisäksi tulee tutustua lavetin ja auton eri säädöksiin, jotka määrittelevät niiden muokattavuutta ja sitä, mikä taho niitä saa

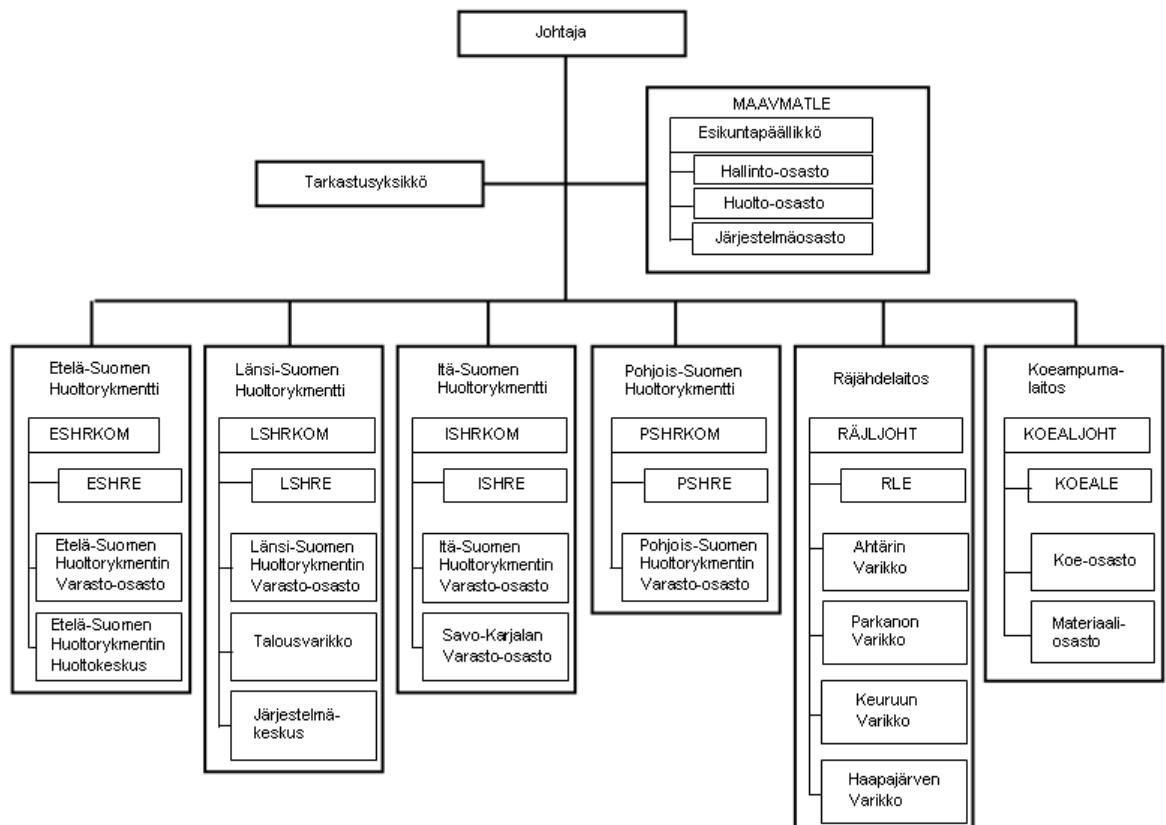
muokata. Tutkimuksen edetessä tulee ottaa selville, onko lavetin valmistanut yritys olemassa ja onko heillä kenties mielipidettä lavetin muokkaamisesta ja antavatko he luvan muokkaukseen.

Tarkoituksena tutkimuksen päätyttyä on olla selvillä, minkälaisiin toimenpiteisiin lavetin kanssa täytyy ryhtyä, että se saataisiin pysymään käytössä, vaikka sen vetoautona aloittaa lähiaikoina Scania R 500.

2 TUTKIMUKSEN TILAAJA

2.1 Maavoimien Materiaalilaitos

Materiaalilaitos, josta käytetään lyhennettä MAAVMATL, on yksi Puolustusvoimien alaorganisaatio, jolla on seitsemän eri hallintoyksikköä eri puolilla Suomea. Se vastaa kaikissa valmiustiloissa Maavoimien sotavarustelusta. Materiaalilaitoksen toimipisteitä on yli 50 paikkakunnalla Suomessa. (Maavoimien materiaalilaitos 2011.) Maavoimien Materiaalilaitoksen organisaatiokaavio on esitetty alla olevassa kuviossa (KUVIO 1).

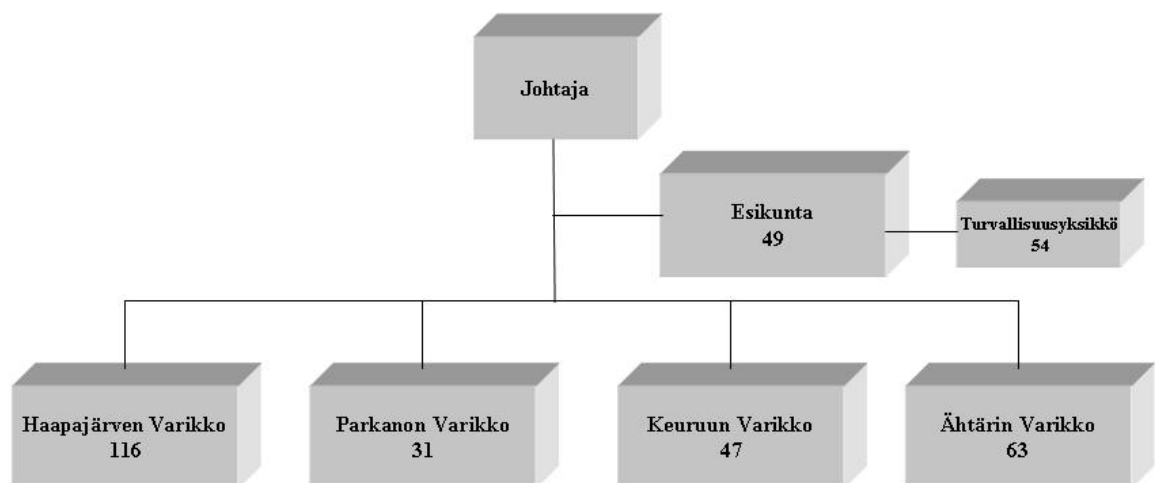


Kuvio1. Maavoimien Materiaalilaitoksen organisaatio. (Puolustusvoimien intranet 2011.)

2.2 Räjähdelaitos

Räjähdelaitos on osa Maavoimien Materiaalilaitosta, jonka esikunta sijaitsee Ähtärissä. Räjähdelaitos koostuu neljästä eri varikosta, jotka sijaitsevat Ähtärissä, Keuruulla, Parkanossa sekä Haapajärvellä. Räjähdelaitos työllistää kaikkineen noin 360 henkilöä. (Maavoimien materiaalilaitos 2011.)

Räjähdelaitos vastaa Puolustusvoimien hylättyjen räjähteiden hävittämisestä, käytössä olevien räjähteiden kunnosta sekä räjähdetuotannosta. Räjähdelaitoksen varikoilla on tuotannon lisäksi varastoja, joten ne toimivat samalla logistiikkakeskuksina, joista materiaali saadaan kuljetettua käyttäjilleen. (Maavoimien materiaalilaitos 2011.) Räjähdelaitoksen organisaatiokaavio on esitelty alla (KUVIO 2).



Kuvio2. Räjähdelaitoksen organisaatio. (Puolustusvoimien intranet 2011.)

3 AJONEUVOLAKI

Ajoneuvolaista puhuttaessa tarkoitetaan tieliikennelaissa määritettyjen ajoneuvojen:

- 1) luokitusta;
- 2) rakennetta, hallintalaitteita, varusteita, järjestelmiä, osia ja erillisiä teknisiä yksiköitä;
- 3) ympäristöominaisuuksia;
- 4) hyväksymistä liikenteeseen ja rekisteröintiä;
- 5) määräaikaista ja muita ajoneuvon kunnon ja rekisteriin merkittyjen tietojen tarkastamiseksi ja muuttamiseksi suoritettavia katsastuksia. (Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090.)

Laki koskee uusien moottorikelkkojen sekä tieliikenteeseen tarkoitettujen avoneuvojen sekä sellaisten teknisten osien, järjestelmien ja varusteiden asennusta sekä korjaamista, joiden ominaisuuksista tai varustamisesta hyväksymismerkinnällä säädetään tässä laissa tai sen nojalla. Tätä lakia ei sovelleta yleiseltä liikenteeltä eristettyyn varasto- tai työmaa-alueella toimiviin ajoneuvoihin. Sitä ei myöskään sovelleta ainoastaan kilpakäyttöön tarkoitettuihin ajoneuvoihin. (Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090.)

Tätä lakia sekä sen säädöksiä sovelletaan myös sotilasajoneuvoihin. Puolustusministeriön erillisellä asetuksella voidaan säätää, jos sotilasajoneuvon erityisen käyttötarkoituksen tai sen rakenteen vuoksi ei ole tarpeen, että kaikkia tämän lain pykälää tai säädöksiä käytettäisiin kyseiseen ajoneuvoon. (Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090.)

3.1 Finlex

Finlex – Valtion säädöstietopankki on internetissä toimiva maksuton ja julkinen oikeudellisen aineiston palvelu osoitteessa www.finlex.fi. Se kattaa yli kolmekymmentä eri tietokantaa, joihin kuuluvat lainsäädäntö, oikeuskäytäntö, hallituksen esitykset, viranomaisnormit sekä valtiosopimukset. Ajantasaisia säädöksiä palvelussa on 1850 kappaletta, jotka on päivitetty muutosten tullessa. Alkuperäisiä säädöksiä palvelussa on 38120 kappaletta, joita ei ole päivitetty julkaisun jälkeen. (Finlex 2011.) Finlex toimii tässä tutkimuksessa lakitiedon lähteenä.

3.2 Sotilasajoneuvo

Ajoneuvolaissa sotilasajoneuvolla tarkoitetaan Puolustusvoimien käytössä olevaa ajoneuvoa, joka määritellään seuraavasti:

Puolustusvoimien hallinnassa olevaa tai puolustusvoimien käyttöön erityisesti tarkoitettua ajoneuvoa sekä Suomessa olevaa Yhdistyneiden Kansakuntien rauhanturvaamistoimintaan tarkoitettua ajoneuvoa. (Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090.)

Suurin osa Puolustusvoimien ajoneuvoista on rekisteröity sotilasajoneuvoksi. Kuten edellä on mainittu, niitä ei aina koske kaikki ajoneuvolaissa säädetyt asetukset. Tutkimuksen kohteena oleva Räjähdelaitoksen hallussa oleva Scania R 500 ei kuitenkaan ole rekisteröity sotilasajoneuvoksi, joten siihen pätevät kaikki ajoneuvolaissa säädetyt asetukset. Samoin tutkimuksessa käytettävään puoliperävaunu Siimet T 270:een pätee normaali ajoneuvolaki ja sen asetukset.

4 SCANIA R 500 KUORMA-AUTO

Opinnäytetyön tavoitteena on saada lavetti sopimaan fyysisesti Scania R 500 kuorma-autolla kuljetettavaksi vanhan Sisu-merkkisen kuorma-auton poistuttua liikenteestä. Seuraavassa yleistä tietoa tutkimuksessa mukana olevasta Scania kuorma-autosta, sillä se on tärkeässä osa tehtyä tutkimusta.

4.1 Kuorma- auton määritelmä

Kuorma-autolla tarkoitetaan yleisesti tavarankuljetukseen tarkoitettua ajoneuvoa, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 3500kg. Kuorma-auton kuljettamista varten vaaditaan C-luokan ajokortti, jonka saadakseen tulee käydä siihen tarvittavat kurssit ja suorittaa sekä teoria- että ajokoe. Kokeet hyväksytysti suoritettuaan ajokorttiviranomainen myöntää ajoluvan. (Ajokorttiluokat 2011.)

Laissa määritetään kuorma-auto seuraavasti:

N₂- ja N₃-luokan ajoneuvo (kuorma-auto) on tavarankuljetukseen valmistettu ajoneuvo, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 3,5 tonnia; N₂-luokan ajoneuvon kokonaismassa on enintään 12 tonnia ja N₃-luokan ajoneuvon yli 12 tonnia. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248.)

4.2 Scania R 500

Scania R 500 on kuorma-auto, joka on lailliselta kokonaismassaltaan 26 tonnia. Kyseinen kuorma-auto N₃-luokan ajoneuvo, sillä sen kokonaismassa ylittää 12 tonnin rajan (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen

rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248). Ajoneuvo on rekisteröity vuonna 2006, jolloin se on heti otettu Puolustusvoimien käyttöön.

Alla olevassa taulukossa (TAULUKKO 1) on esitetty tutkimuksen kannalta tärkeimpiä teknisiä tietoja Scania R 500 kuorma-autosta.

Taulukko 1. Scania R 500 teknisiä tietoja. (Scania Ab 2011.)

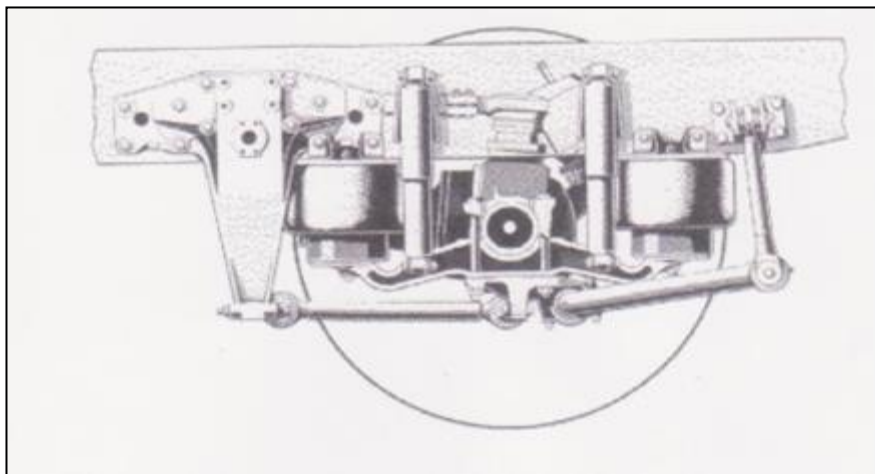
Scania R 500	
Vuosimalli	2006
Tekninen etuakselimassa	8000kg
Tekninen taka-akselimassa	19000kg (10500+8500)
Tekninen kokonaismassa	27000kg
Laillinen kokonaismassa	26000kg
Jarrutyyppi	Sähköisesti ohjattu levyjarru
Jousitusjärjestelmä	Ilmajousitus edessä ja takana
Vaihtolavalaite tyyppi	Koukkuvaihtolavalaite
Vaihtolavalaite merkki /malli	HiabMultilift

4.3 Ilmajousitus

Ilmajousitus on nykyään varsinkin raskaassa kalustossa yleistymässä oleva jousitustyyppi sen tarjoamien ajo- ja lastausominaisuuksien vuoksi. Esimerkiksi tilanteissa, joissa ajoneuvo on pakollista pysäköidä vinossa olevalle alustalle purun tai lastaamisen ajaksi, ilmajousituksen avulla voidaan säätää ajoneuvon korkeutta siten, että ajoneuvo on suorassa alustasta riippumatta. (Mylläri, Rantala & Sirola 2008, 286.)

Toisin kuin muut raskaan kaluston jousitustyyppit, esimerkiksi lehtijousitus, ilmajousitus vaatii erilliset pitkittäis- ja poikittaistuet. Kyseisten tukien täytyy olla vahvemmat kuin esimerkiksi lehtijousituksessa, koska ilmajousituksen varsinaisina jousina toimivat ilmapalkeet eivät pysty lainkaan vastaanottamaan eri ajotilanteissa syntyviä pitkittäis- tai poikittaisvoimia. (Karhima 2008, 64.)

Ilmajousitus koostuu ilmakompressorista, jousipalkeesta, ilmankuivaimesta, venttiililohkosta sekä erilaisista antureista, riippuen ajoneuvon varustelusta sekä käyttötarkoituksesta. (Ilmajouset 2009.)



Kuvio3. Ilmajousitettu kuorma-auton etuakseli. (Mylläri, Rantala & Sirola 2008, 286.)

Kuvassa (KUVIO 3) on esitetty ilmajousitetun kuorma-auton etuakselin pyöräntuenta. Kuten kuvasta käy ilmi, pyörä vaatii vahvat tukivarret pysyäksään liikkumatta kaarteissa ja jarrutus- sekä kiihdytystilanteissa.

5 SIIMET T270 LAVETTI

Tutkimuksen kohteena oleva lavetti on alun perin Vesilaitokselle suunniteltu Siimet T270 lavetti. Lavetti on vuosimallia 1978. Lavetti on rekisteröity puoliperävaunuksi. (Siimet Oy.) Alla kuva lavetista (KUVIO 4).



Kuvio4. Siimet T270-lavetti.

5.1 Määritelmät

5.1.1 Perävaunu

Ajoneuvolaki määrittelee perävaunun seuraavalla tavalla:

O₁-O₄-luokan ajoneuvo (auton perävaunu) on henkilöiden tai tavarankuljetukseen taikka matkailutarkoituksiin valmistettu ajoneuvo. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248.)

Kuten edellä mainittu, perävaunut jakautuvat neljään eri luokkaan. Kyseessä oleva lavetti kuuluu luokkaan O₄, joka tarkoittaa, että sen kokonaismassa on enemmän kuin 10 tonnia. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248.)

5.1.2 Puolierävaunu

Kyseisen lavetin alaluokka on puoliperävaunu. Puolierävaunulla tarkoitetaan N₃-luokan ajoneuvon perässä vedettävää perävaunua, jota varten tarvitaan erillinen yhdistelmäajokortti eli CE-luokan ajokortti, jonka myöntää ajokorttiviranomainen. Ennen pelkästään CE-luokan ajokortin omistava henkilö oli pätevä ajamaan ammatikseen yhdistelmäajoneuvoa, mutta vuonna 2009 voimaan tulleen säädöksen myötä jokaisen sen jälkeen yhdistelmäkortin ajaneen tulee suorittaa ammattipätevyyskoulutus voidakseen ajaa ajoneuvoyhdistelmää ammatikseen. (Kuljettajan ammattipätevyys [viitattu 30.3.2011].)

Ajoneuvolaki määrittelee puoliperävaunun seuraavalla tavalla:

Puoliperävaunu on perävaunu, joka on tarkoitettu kytkettäväksi puoliperävaunun vetoautoon tai apuvaunuun; puoliperävaunu aiheuttaa olennaisen kohtisuoran kuormituksen vetoautoon tai apuvaunuun. (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248.)

5.2 Siimet T270

Kuten edellä mainittu, lavetti on vesilaitokselle suunniteltu kaksiakselinen telillä varustettu puoliperävaunu kuorma-autolavetti. Sen kokonaismassa on 33900kg, eli se kuuluu perävaunuluokkaan O₄, sitä saa vetää N₃-luokan ajoneuvolla ja sen kuljettamiseen tarvitaan CE-luokan ajokortti. (Ajokorttiluokat 2011.)

Lavetti on uutena ollut täysin jousittamaton ja siten myös vailla ALB:tä, eli siitä on puuttunut kuorman tunteva jarruvoiman säädin. Tällä tavoin lavetti on täydessä

kuormassa vaikea hallita, joten vuonna 1984 lavetti on muutettu jousitetuksi. Ja vuonna 1991 siihen on asennettu kuorman tunteva jarrupaineensäädin ALB. Kyseinen toimenpide on tehty vuonna 1990 voimaan tulleen säädöksen vuoksi, josta lisää hieman edempänä. (Siimet Oy.)

Lavetin jousituksena toimii lehtijousitus. Jousitus on toteutettu siten, että telin etummainen akseli on kiinnitetty runkoon siten, että se pääsee hieman liikkumaan ylös ja alas. Telin taaempi akseli on taas kiinnitetty runkoon lehtijousipakan avulla. Täten koko teli on saatu joustamaan käyttämällä vain yksiä vahvoja lehtijousipakkoja. (Siimet Oy.) Lavetin jousitus on esitetty kuvassa (KUVIO 5). Valmistajalta saamani lavetin tiedot on esitetty liitteessä (LIITE 2). Kyseisistä tiedoista käy myös ilmi ajankohdat, jolloin lavetti on muutettu jousitetuksi, sekä milloin siihen on asennettu kuorman mukaan säätävät jarrut.



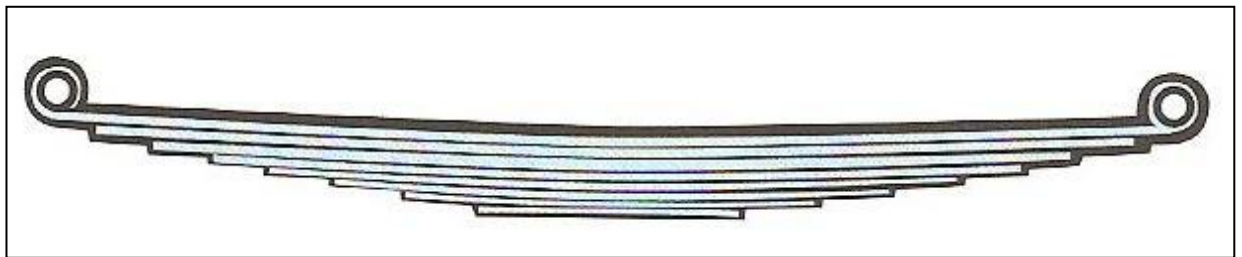
Kuvio5. Jousitus.

5.2.1 Lehtijousitus

Lehtijousitus on perinteisesti raskaissa ajoneuvoissa yleisin jousityyppi. Lehtijousesta käytetään yleisesti nimeä jousipakka. Tavallisessa lehtijousipakassa on yhdistetty eripituisia jousilehtiä siten, että suurin määrä jousilehdistä on jousen keskiosassa. Näin ollen jousitusvoimat jakautuvat tasaisesti koko jousipakan alueelle. Tällaisessa lehtijousipakassa jousituskuvaaja on lineaarinen, eli

joustojäykkyys pysyy samana koko jouston ajan. (Hyvärinen, Mattila, Mylläri, Rantala & Sirola 2010, 129-130.)

Lehtijousituksella varustettu akseli ei tarvitse erikseen tukivarsia, kuten ilmajousituksella varustettu. Lehtijousipakka itsessään pystyy tukemaan akselin niin, ettei se pääse liikkumaan erilaisissa ajotilanteissa. Tämä on mahdollista siten, että jousipakka on kiinnitetty toisesta päästä kiinteällä tuennalla ajoneuvon runkoon ja toinen pää niin, että se pääsee tekemään joustaessaan pientä liikettä eteen ja taaksepäin. Pieni eteen ja taaksepäin tapahtuva liike on pakollista, ettei jousipakka vaurioidu joustohetkellä sen pituuden hieman muuttuessa. Jousipakka on kiinnitetty ajoneuvon akseliin keskeltä, jolloin se pitää akselin paikoillaan. (Hyvärinen, Mattila, Mylläri, Rantala & Sirola 2010, 129-130.) Alla kuva tavallisesta lehtijousipakasta (KUVIO 6).



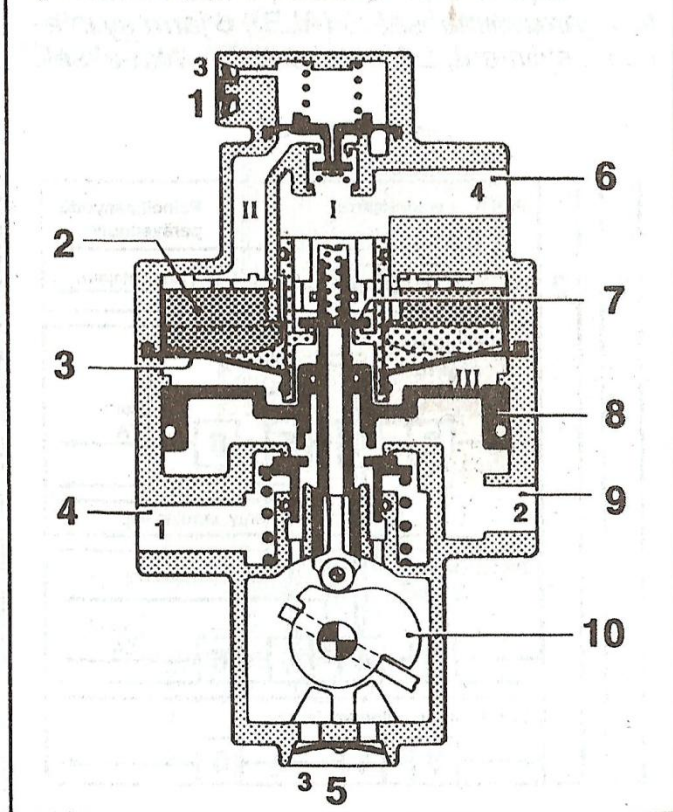
Kuvio6. Tavallinen lehtijousi. (Hyvärinen, Mattila, Mylläri, Rantala & Sirola 2010, 129.)

5.2.2 ALB

Vuonna 1990 voimaan tulleen säädöksen myötä moniin kuorma-autoihin ja perävaunuihin on tullut pakolliseksi varusteeksi kuorman tunteva jarrupaineensäädin, eli ALB. Kuorman tunteva jarruvoimansäädin tulee olla perävaunun akseleilla sekä auton taka-akseleilla, jos niiden kokonaispainoa ja tyhjää ajoneuvoa vastaava akselipainosuhte ylittää viisi kolmasosaa. Kuorman tunteva jarruvoimansäädin ei ole pakollinen akselilla, jolla on lukkiutumattomat jarrut eli ABS:t. (Liikenneministeriön päätös paineilmajarruilla varustettujen autojen ja niihin kytkettävien perävaunujen jarrulaitteista 1990.)

**Kuormituksen tunteva jarruvoimansäädin
(yhteen rakennettu releventtiili).**

1 tuuletusaukko, 2 painelevy, 3 käyttökalvo, 4 ilmasäiliöltä, 5 tuuletusaukko, 6 käyttöventtiililtä, 7 ohjausventtiili, 8 relemäntä, 9 jarrusylintereille, 10 nokkalevy.



Kuvio7. ALB-venttiili. (Bräuninger 2003, 754.)

ALB-venttiili (KUVIO 7) säättää jarruille menevää painetta kuormituksen mukaisesti. Se on kiinnitetty ajoneuvon runkoon ja venttiilin vipuvarsi on kiinnitetty vaijerin tai yhdystangon avulla ajoneuvon akseliin. Näin ollen venttiili säätyy eri asentoon aina ajoneuvoa kuormatessa, jolloin se päästää suuremman paineen ajoneuvon jarruille lisäten näin jarrutehoa. (Bräuninger 2003, 754.)

5.2.3 ABS

ABS-järjestelmä estää pyörien lukkiutumisen jarrutettaessa. Järjestelmä seuraa jokaisen pyörän pyörimisnopeutta, jos järjestelmä huomaa pyörän lukkiutuvan, alkaa se säätää kyseisen pyörän jarrutustehoa siten, että pyörä ei pääse lukkiutumaan. Näin ollen ABS parantaa ajoneuvon hallittavuutta jarrutustilanteissa, joka näkyy varsinkin talviolosuhteissa. Ajoneuvoyhdistelmällä ajettaessa se tuo suuren edun estämällä perävaunun pyörien lukkiutumisen ja yhdistelmän linkkuun menemisen. Hyötyajoneuvojen ABS-järjestelmään kuuluvat pyörimisnopeusanturit jokaisessa pyörässä, sähköinen ohjainlaite sekä jarrupaineenohjausventtiilit. Järjestelmä ohjaa ajoneuvon jokaisen jarrusylinterin jarrupainetta lisäten tai vähentäen sitä. (Bräuninger 2003, 757.)

Vuonna 1991 voimaan tulleen säädöksen mukaan kaikissa EU-maissa on oltava uusissa yli 16t perävaunukäyttöön tulevista kuorma-autoissa, yli 10t perävaunuissa sekä yli 12t busseissa ABS-järjestelmä. Vuonna 1999 säädöstä on laajennettu siten, että kaikissa uusissa yli 3,5tonnin kuorma-autoissa ja perävaunuissa tulee olla ABS-järjestelmä. (Bräuninger 2003, 758.)

ABS-järjestelmällä varustettuja vetoautoja ja perävaunuja saadaan kytkeä mielivaltaisesti. Myös sellainen kytkentä on mahdollinen, että ainoastaan vetoautossa on ABS-järjestelmä, mutta perävaunussa ei. Tällainen yhdistelmä kuitenkin on huomattavasti vaikeampi hallita kuin sellainen, jossa sekä vetoautossa että perävaunussa on ABS-järjestelmä. (Bräuninger 2003, 758.)

6 TUTKIMUS

6.1 Ongelma

Tutkimukseen ryhdyttiin, koska kohteena oleva Siimet-merkinen puoliperävaunulavetti tuli saada muutettua siten, että sitä voidaan alkaa vetää Scania-merkkisellä kuorma-autolla, joka on varustettu koukkuvaihtolavalaitteella. Koska lavetti on alun perin rakennettu siten, että sen etupää on vaihtolavakorkeudella, siis korkeammalla kuin normaalisti puoliperävaunussa, vaatii se niin sanotun apurungon että se voidaan kiinnittää vaihtolavalaitteeseen.



Kuvio8. Apurunko.

Apurunko (KUVIO 8) on valmistettu siten, että sitä voidaan kuljettaa vaijerivaihtolavalaitteella, joka lavetin vanhassa vetoautossa on. Apurungon etupäähän tulee asentaa vetolenkki koukkuvaihtolavalaitetta varten 160cm:n

korkeuteen apurungon pohjasta. Tiedusteltua asiaa lavetin valmistajalta selvisi, että kyseisen lenkin saa tilattua heiltä valmiina ja sen saa asentaa itse, mikäli on käytettävissä pätevä hitsaaja. Apurunkoon on joskus aiemmin asennettu useaan eri kohtaan konttilukkoja varten olevat vastakappaleet. Tutkimusten ja mittausten jälkeen tultiin siihen tulokseen, että Scaniassa olevat konttilukot sopivat täysin jo valmiina oleviin apurungon vastakappaleisiin.



Kuvio9. Sisun peräylitys.



Kuvio10. Scanian peräylitys.

Kuten kuvissa käy ilmi, Scanian (KUVIO 10) ja Sisun (KUVIO 9) takavalojen ja takapuskureiden etäisyydessä vaihtolavalaitteen takapäätä on noin 500mm:n ero. Tämä tuo esille tutkimuksen suurimman ongelman, eli kun apurunkoon on asennettu lenkki koukkuvaihtolavalaitetta varten, apurunko on kiinnitetty vaihtolavalaitteeseen ja lavetti on kiinnitetty apurungon vetopöytään, lavetin runko tulee niin lähelle Scanian perää, että vähänkin autoa käännettäessä sen takavalot vaurioituvat välittömästi. Sisun tapauksessa tältä ongelmalta vältytään, koska sen takavalot ovat niin paljon edempänä ja näin lavetin runko ei pääse niiden kanssa kosketuksiin jyrkissäkään kääntötilanteissa.

6.2 Ratkaisuehdotuksia

6.2.1 Vetopöydän siirto

Alettiin pohtia erilaisia ratkaisumalleja Räjähdelaitoksen autohallin henkilöstön kanssa. Tehtiin erilaisia mittauksia ja päädyttiin selvittämään, olisiko apurungossa olevaa vetopöytää mahdollista siirtää taaksepäin noin 400mm, jolloin ongelmasta päästäisiin helposti ohi.

400mm:n vetopöydän siirto olisi riittävä, koska silloin lavetin runko ei pääsisi missään tilanteessa kontaktiin Scanian takavalojen tai takapuskurin kanssa.

Tämän lisäksi apurunkoon täytyy kiinnittää koukuvaihtolavalaitetta varten vetolenkki, jonka kiinnitys tapahtuisi MIG-hitsausta käyttämällä.

6.2.2 Apuvaunu (dolly)

Apuvaunua eli dollyä käytetään usein puoliperävaunujen edessä tehden niistä siten väliaikaisesti varsinaisia perävaunuja. Dollyt ovat varustettu yhdestä kolmeen akselilla. Dolly luetaan keskiakseliperävaunuksi, koska sen akselisto on sijoitettu vaunun painopisteen kohdalle, eikä sen vetoaisa ole nivelletty.

Dolly määritellään ajoneuvolaissa seuraavasti:

Keskiakseliperävaunu on nivelöimättömällä vetoaisalla varustettu perävaunu, jonka akselisto on sijoitettu perävaunun painopisteeseen tai sen lähelle siten, että vain vähäinen osa perävaunun kokonaismassasta kohdistuu kytkentäkohtaan; tähän ryhmään luetaan myös puoliperävaunun kytkemiseen N2- ja N3-luokan ajoneuvoon tarkoitettu apuvaunu (dolly). (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248.)



Kuvio11. Apuvaunu eli dolly. (VAK-Dolly[viitattu 21.2.2011].)

Dollyn (KUVIO 11) käyttämistä tutkimuksessa alettiin harkita heti tutkimuksen alkupuolella yhtenä hyvänä vaihtoehtona. Dolly tuo tullessaan helppokäyttöisyyden minkä tahansa vetoauton kanssa, mutta se tuo tullessaan myös muutaman mutkikkaan ongelman.

Kuten edellä on mainittu, dollyn ollessa asennettuna lavetin vetotappiin kiinni siitä tulisi varsinainen perävaunu ja sitä voitaisiin kuljettaa muillakin ajoneuvoilla kuin pelkästään kuorma-autoilla, joissa on vaihtolavalaite. Näin ollen lavetista tulisi helppokäyttöisempi ja monikäyttöisempi.

6.3 Peräylityksen muuttaminen

Eräänä vaihtoehtona mietittiin Scanian peräylityksen muuttamista. Käytännössä se tarkoittaisi Scanian takapuskurin, takavalojen sekä takaaäärivalojen siirtämistä auton keulaa kohti noin 500mm, mikäli mahdollista. Tällöin ajoneuvon peräylitys olisi sama kuin Sisussa eivätkä valot olisi vaarassa kuljetettaessa lavettia.

7 ERI RATKAISUIHIN PEREHTYMINEN

7.1 Vetopöydän siirto

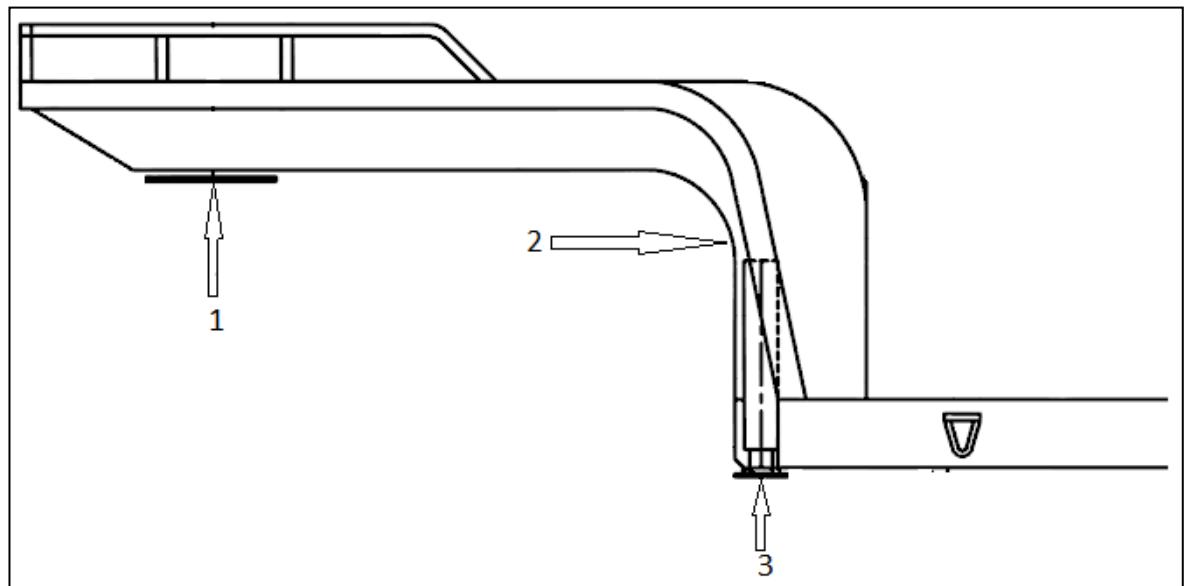
Aloitettiin asiaan perehtyminen ja pian selvisikin, että lavetin valmistajayritys on edelleen olemassa, joten päätettiin ottaa suoraan yhteyttä sinne. Yrityksessä kehoitettiin kääntymään projektipäällikön puoleen.

Projektipäällikkö kertoi, että kyseisen lavetin muokkaus ei ole sallittua muualla kuin lavetin valmistajalla. Lavetin apurunkoa saa muokata itsekin, mutta pelkkä sen muokkaaminen ei tässä tilanteessa riitä. Pelkkää apurunkoa muokkaamalla siten, että vetopöytä siirtyy 400mm taaksepäin, aiheutuu lavetin vetotappilinjan siirtyminen vetoauton telin taimmaisen akselin päälle. Tämä aiheuttaa sen, että akselimassojen sekä lain puitteissa yhdistelmästä tulee tieliikenteeseen laiton. Vetotappilinjan pitää olla vähintään vetoauton telin keskikohdalla, mutta suositus on noin 300–500 mm keskilinjan etupuolella. Tällöin yhdistelmän ohjattavuus paranee huomattavasti painojakauman vuoksi. Koukkuvaihtolavalaitetta varten tarvittavan vetolenkin kiinnitys MIG-hitsausta käyttämällä on mahdollista tehdä itse, kunhan liitoksen tarkistuttaa katsastusmiehellä. Koukkulaitteen vetolenkin saa tilattua lavetin valmistajalta ja sen asennuskorkeus tulee olla 1600mm apurungon alaosasta. (Nevalainen 2011; Ajoneuvotekniikka: Raskaat ajoneuvot 2004.)

Vetoauton valmistajan oma suositus puoliperävaunun vetopöydän sijoitukseen 3-akselisen ajoneuvon kohdalla on 10% auton akselivälistä telin teoreettisen keskikohdan etupuolella. Ajoneuvon pituudesta riippuen kyseinen prosentti saa hieman vaihdella, kuitenkin siten, että vetoauton keulan ja vetopöydän keskiön välinen etäisyys pitää olla vähintään 4500mm (96/53/EY). (Vetoautot 2010.)

Edellä mainittujen seikkojen vuoksi lavettia tulee muokata siten, että sen niin sanottua hanhenkaulaa eli lavetin rungon etuosaa tulee muokata niin, että itse lavetin vetotappi siirtyy eteenpäin. Lavetin vetotappia tulee siirtää sama noin 400mm eteenpäin, jolloin sen sovitus Scanian päälle on mahdollista ilman, että yhdistelmästä tulee laiton. Tämän kyseisen muokkaustoimenpiteen saa tehdä kuitenkin ainoastaan lavetin valmistaja. (Nevalainen 2011.) Lavetin etuosan

pääkohdat on esitetty alla olevassa kuvassa (KUVIO 12). Lavetin kokonaismittapiirros on esitetty liitteessä 1 (LIITE 1).



Kuvio12. Lavetin etuosa. (Siimet Oy, [viitattu 30.3.2011].)

- Vetotappi (1)
- Hanhenkaula (2)
- Tukijalka (3)

7.2 Apuvaunu (dolly)

Tutustuttua dollyn käyttöön tutkimuksen ratkaisuna eteen tuli muutama ongelmakohta.

Ensimmäisenä ongelmakohtana vastaan tuli painojakauma. Lavetin päälle voidaan ajaa 40 tonnin kaivinkone, mikä on kantavuuden rajoissa täysin mahdollista. Tällöin vetoauton tulee olla kuormattu kantavuutensa ja lain sallimissa rajoissa täyteen, että voitaisiin säästyä kitkaongelmilta. Kyseessä olevassa tilanteessa yhdistelmän kokonaismassa tuleekuitenkin täyteen hyvin pienellä vetoauton kuormaamisella, joten kitkaongelmat tulevat olemaan lähes väistämättömät. Tämä koituu suureksi ongelmaksi varsinkin liukkaalla. Yhdistelmä on tällöin hyvin vaikea

saada liikkeelle ja jarrutustilanteessa perävaunun suurempi massa voi aiheuttaa vaarallisia tilanteita.

Tutkittuaan itse dollyjä hieman lisää tultiin seuraavan ongelmakohdan äärelle. Kuten edellä on mainittu, lavetti on valmistettu vaihtolavakorkeudelle, eli sen vetotappi on korkeammalla maatasosta kuin niin sanotun normaalin puoliperävaunun. Tämä ratkaisu on tehty juurikin siksi, että sitä voitaisiin kuljettaa ajoneuvolla, jossa on vaihtolavalaite erillistä apurunkoa apuna käyttäen. (Siimet Oy [viitattu 09.03.2011].)

Dollyt on suunniteltu asennettaviksi normaalikorkuisten puoliperävaunujen alle ja niitä valmistetaan vain niitä varten. Koska lavetti on vaihtolavakorkeudella, sen vetopöytäkorkeus on 1650 mm normaalin puoliperävaunun vetopöytäkorkeuden ollessa 1000–1250 mm. (VAK-Dolly [viitattu 21.2.2011]; Ajoneuvotekniikka: Raskaat ajoneuvot 2004.) Dollyn ja lavetin vetotapin väliin jää siis 400mm:n rako. Eräänä ongelmakohtana eteen tuli myös ajoneuvoyhdistelmän pituus, joka dollyn kanssa kasvaa yli 22-metriseksi eli yhdistelmästä tulee niin sanotusti euromittainen. Kun ajoneuvoyhdistelmä on yli 22 m pitkä, siinä pitää olla ABS-jarrut ja jokaisella akselilla ABS-tunnistimet. (Kuorma-autojen yhdistelmätyypit Euroopassa 2010.)

Kuten edellä on mainittu, tutkimuksen kohteena oleva lavetti on valmistettu vuonna 1978 ja siinä ei ole ABS-jarruja eikä ABS-tunnistimia. Nykyajan dollyissä on ABS-jarrut, kuten myös vetoautoksi tulevassa Scaniassa.

Lavetin valmistajan mukaan dollyn käyttö on mahdollista, jos lavetin akseleille asennuttaa ABS-anturit sekä muut ABS-järjestelmää varten tarvittavat komponentit. Dollyn ja lavetin rungon väliin jäävän raon täyttämiseksi valmistaja suositteli esimerkiksi pulttikiinnitteistä korokepala, joka tulisi kiinnittää dollyyn siten, että sen vetopöytä nousee tarvittavan määrän. (Nevalainen 2011.)

7.3 Peräilytyksen muuttaminen

Peräilytyksen muuttamista tutkittiin ja todettiin sen olevan varteenotettava vaihtoehto. Otettiin yhteyttä Seinäjoen Scan-autoon, joka on valtuutettu Scania-merkkikorjaamo. Kysyin, onko kyseinen toimenpide mahdollista ja onko heillä Scan-autossa mahdollisesti koskaan tehty kyseistä toimenpidettä. Työnjohtaja kertoi heidän tehneen huomattavan monta kyseistä toimenpidettä ja kertoi sen siis onnistuvan. Samalla pyydettiin heiltä hinta-arvio ja miten kauan kyseinen toimenpide kestäisi. Työnjohtaja kertoi toimenpiteen kestävän noin kaksi työpäivää, kun kaksi asentajaa työstää samaa autoa ja hintaa työlle tulevan tarvittavien osien kanssa noin 4500 euroa. (Scania Ab 2011.) Tiedot kyseisen Scanian rungosta ja sen mitoista on esitetty liitteessä 5.

7.4 Kustannusarviot

Taulukko 2. Kustannusarvio vetotapin siirrolle. (Nevalainen 2011.)

Vetotapin siirto	
	Hinta €
Valmistajan tekemä muutostyö	5000
Vetolenkin osto	300
<u>Yhteensä</u>	<u>5300</u>

Taulukko 3. Kustannusarvio apuvaunulle. (Nevalainen 2011.)

Apuvaunu (dolly)	
	Hinta €
ABS-jarrujen asennus lavettiin	4000
Apuvaunun hankinta	6000
<u>Yhteensä</u>	<u>10000</u>

Taulukko 4. Kustannusarvio peräilytyksen muuttamiselle. (Scania Ab 2011.)

Peräilytyksen muuttaminen	
	Hinta €
Työt + Osat	4500
<u>Yhteensä</u>	<u>4500</u>

Yllä olevissa taulukoissa (Taulukot 2, 3 ja 4) on esitetty kustannusarviot jokaiselle ratkaisumallille. Hinnat ovat suuntaa antavia, koska tarkka hinta ilmeisesti määräytyy vasta toteutuksen edetessä.

Jos tutkimuksen tilaaja päätyy ensimmäiseen vaihtoehtoon eli vetotapin siirtoon, sen tulee hakea Trafilta muutoslupa lavetille, koska yhdistelmän vetopituus muuttuu. Samalla paperilla voidaan hakea muut muutokseen tarvittavat luvat. (Nevalainen 2011.)

Dollyn käyttöön päädyttyäessä ABS-järjestelmän asennuksen jälkeen tulee hakea Trafilta lupa lavetin massoille ja lavetti täytyy muutoskatsastaa uudelle jarrujärjestelmälle. Lisäksi täytyy hankkia uuden jarrujärjestelmän vuoksi jarrulaskemat, ennen kuin lavetti pystytään katsastamaan. ABS-järjestelmän asennushinta määräytyy tarkemmin asennusvaiheessa, kun selviää joudutaanko, jarruventtiileitä tai muita komponentteja vaihtamaan. (Nevalainen 2011.)

Dollyjen ostohintoja tutkittuani selvisi, että niiden hankintahinnat ovat 6000€:n molemmin puolin kunnosta ja iästä riippuen. Uutena hankittaessa hinta nousee huomattavasti.

Dollyn alkuperäisestä korkeudesta riippuen määräytyy korokepalan korkeus, joka apuvaunun päälle pitää rakentaa. Korokepala tulee tarkistuttaa katsastusasemalla, ennen kuin sitä voidaan käyttää. (Nevalainen 2011.)

Peräilytystä muutettaessa työn kokonaishinta määräytyy sitten, kun työn edetessä on käynyt ilmi, mitä osia joudutaan vaihtamaan ja miten kauan asentajilla tarkalleen työn tekemiseen menee. (Scania Ab 2011.)

8 LOPPUYHTEENVETO

8.1 Kannattavuus

Tutkimuksen tilaajan taloudellisten näkökulmien kannalta vetotapin siirtäminen on paras vaihtoehto. Samalla lavetin nykyinen käyttötarkoitus säilyisi ja sen helppokäyttöisyys säilyisi painojakauman ja muiden kohtien kannalta. Tämä vaihtoehto olisi myös tutkimuksen tilaajalle helppo, koska lavetin valmistajalla on olemassa valmiit suunnitelmat tällaisten muutostöiden varalle.

Apuvaunun eli dollyn käyttö lavetin kanssa ei ole taloudellisesti kannattavaa, sillä siitä aiheutuviin kustannuksiin menee karkeasti 4700€ enemmän rahaa, kuin esimerkiksi vetotapin siirtotyöhön kaikkineen. Lopullinen summa saattaa olla enemmänkin, koska apuvaunun hintaa ei pysty tarkasti sanomaan.

Scanian peräilytyksen muuttaminen erilaiseksi olisi kohtalaisen taloudellinen vaihtoehto ja ongelmasta päästäisiin eroon helposti. Ongelmana on kuitenkin lavetin monikäyttöisyyden häviäminen, koska lavettia voitaisiin kuljettaa pelkästään kyseisellä vetoautolla sen jälkeen. Kuten edellä on mainittu, Ähtärin varikko pyrkii pitämään lavetin sellaisena, että sitä voitaisiin lainata muille Puolustusvoimien varikoille tarpeen sitä vaatiessa. Mikäli Scanian peräilytys olisi muokattuna, he joutuisivat lainaamaan samalla vetoautoa, mikä taas ei ole hyvä, koska kyseisellä Scaniale on päivittäin käyttöä Ähtärin varikolla.

8.2 Omat päätelmät

Omien päätelmien mukaan tutkimuksen tilaajan kannattaa teettää lavetin valmistajalla vetotapin siirtotyö. Mikäli Ähtärin varikolta löytyy pätevä hitsaaja, heidän kannattaa tilata lavetin valmistajalta vetolenkki koukkuvaihtolavalaitetta varten ja kiinnittää se itse. Vaihtoehtoisesti hitsaustyö voidaan teettää lavetin valmistajalla samalla, kun itse lavetin muutostyö. Se ei välttämättä ole kaikista halvin keino ongelman selvittämiseksi, mutta pitkällä tähtäimellä omasta mielestäni

kannattavin. Mikäli Scania olisi ainoastaan lavetin vetokäytössä, silloin heidän kannattaisi teettää peräilytyksen muokkaus.

Tutkimuksen loppupuolella saatiin Siimet Oy:ltä ratkaisumallin, jossa he olivat tehneet apurungolle tarvittavat toimenpiteet sen koukkuvaihtolavalaitteeseen sovitusta varten. Tämä sovitustyö oli tehty aiemmin, joten se ei varsinaisesti liity tähän työhön, mutta siitä näkee mallia, minkä näköinen apurungosta muutostyön jälkeen tulisi. Kuvat tästä ratkaisumallista löytyvät liitteistä (LIITTEET 3 & 4).

Tutkimus oli mielenkiintoinen, koska sen aikana kävi ilmi, että niin yksinkertainen asia kuin lavetin apurungon pieni muokkaus voi muuttua pykälien mukaan mentäessä hyvinkin monimutkaiseksi asiaksi. Vaikka tutkimus osoittautui välillä hyvinkin hankalaksi, sen tekeminen oli mielenkiintoista sekä opettavaista, koska erilaisten tietolähteiden käyttäminen ja tulkitseminen harjaantui sekä tuli hyvin tutuksi sitä tehdessä. Työssä käytetyt kuvat ovat itseni ottamia, kaikki kuvat lavetista sekä ajoneuvoista ovat otettu talvella, joten ajoneuvot ovat hieman lumen peitossa. Niistä käy kuitenkin ilmi kaikki tarpeellinen.

LÄHTEET

- Ajokorttiluokat. Ei päiväystä. Trafi. [WWW-dokumentti]. [viitattu 28.2.2011].
Saataavana:
http://www.ake.fi/AKE/Ajokortit_ja_tutkinnot/Ajokortit/Ajokorttiluokat.htm
- Ajoneuvolaki 11.12.2002/1090. 2002. Finlex. [WWW-dokumentti]. [viitattu 9.3.2011].Saataavana:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090#a3.4.2009-226>
- Ajoneuvotekniikka: Raskaat ajoneuvot.5.11.2004. Trafi. [Verkkajulkaisu]. [viitattu 15.3.2011]. Saataavana: <http://www.ake.fi/pdf/ATT7-2004.pdf>
- Bräuninger, J. 2003. Bosch: Autoteknillinen taskukirja. 6. Painos. Suomentaja Autoalan Koulutuskeskus Oy.Jyväskylä: Gummerus Oy.
- Finlex – Valtion säädöstietopankki. 2011. [WWW-dokumentti]. [viitattu 13.3.2011]
Saataavana: <http://www.finlex.fi/fi/ohjeet/>
- Hyvärinen, V., Mattila, P., Mylläri, A., Rantala, J. & Sirola, J. 2010. Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi 1: Alusta- ja hallintalaitteet 1. 2. Painos. Keuruu: Otava.
- Ilmajouset. 2007. [WWW-dokumentti]. [viitattu 7.3.2011]. Saataavana:
<http://www.ilmajouset.fi/index.php?page=tuotteet>
- Karhima, M. 2008. Auto- ja kuljetusalan perusoppi 1: Auton käytön ja rakenteen perusteet. 1. Painos. Keuruu: Otava.
- Mylläri, A., Rantala, J. & Sirola, J. 2008. Auto- ja kuljetusalan erikoistumisoppi 4: Alusta- ja hallintalaitteet 2. 2. Painos. Keuruu: Otava.
- Kuljettajan ammattipätevyys. Ei päiväystä. Trafi. [WWW-dokumentti]. [viitattu 30.3.2011].Saataavana:
<http://www.ake.fi/AKE/Ammattiliikenne/Ammattip%C3%A4tevyys/Kuorma-+ja+linja-auton+kuljettajat/Kuorma-+ja+linja-auton+kuljettajat.htm>
- Kuorma-autojen yhdistelmätyypit Euroopassa. 5.1.2010. [WWW-dokumentti]. Helsinki: Metsäalan Ammattilehti. [viitattu 30.3.2011]. Saataavana:
<http://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?824>
- Liikenneministeriön päätös paineilmajarruilla varustettujen autojen ja niihin kytkettävien perävaunujen jarrulaitteista. 1990. Finlex. [WWW-dokumentti]. [viitattu 9.3.2011]. Saataavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1990/19900631>

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista 19.12.2002/1248. 2002. Finlex. [WWW-dokumentti]. [viitattu 9.3.2011]. Saatavana: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021248>

Maavoimien Materiaalilaitos. 3.12.2010. Puolustusvoimat. [WWW-dokumentti]. [viitattu 1.3.2011]. Saatavana:
http://www.puolustusvoimat.fi/portal/puolustusvoimat.fi/!ut/p/c5/xZLbspowGEafxQdQknC-REAOhmNAkRsHEVEOG9tNEXj6YjudTi-2dqZTd3L5Zc2XrD9UTE37LekuedJemrekoilq5vYa4gTdBFB01tYSGA4GGx67UPb4Kd99nAP4NzRHq2vV1hiouTIDDKKEYhDytBZy_9Dt-PwTektFgNmTYrgaYzn6xeg7gWLiAHs3Sy2RrcRGUA4jkalhhFaLj441pr0NKgzSHmxWntq38l57bEBDT28RPzpx5x_Id8P3_JHDB_wPS_ccfLAKQO2omP_Na9AWJj5wkeavAICACn55bN4Dgr5AKR3kSWm494piUjoujUlpb5X5T6Vg6EI-GsON2mFbm5SyDli59DtRjyvJlppzcyedKJP6lQv6HQ4UwEGY8pLRVcn-fD179Q_YZ76K-bpTB9-cusalsLRsBXo_9JpUvHIUC9uab0ACxoigWYFyPECKyKRZ6ntYQd45d24qdK285pryyellXqDeBcTEGTm5rH92qcCQ5vsiYzpOJ4Kv6Cz_GDUZjYXHSxUdtUU0Uq3Ktx0do9tSZCHZYbXVunobgSLcyAQnUGHE8bJenOe1ySTv5Fu6PjQn4ulpvrh9uJX-m4-j4qDf844PU7Ot9mMsvWmzqhrHYZhzhlf9QX4x6bz7zEHFr4!/dl3/d3/L2dBISevZ0FBIS9nQSEh/?pcid=3ab6aa804c130caf8eb6aee99f3674fd

Nevalainen, P. 2011. Projektipäällikkö. Siimet Oy. Haastattelu 18.2.2011.

Puolustusvoimien intranet. 2011. Vaatii käyttöoikeuden

Scania Ab. 2011 Työnjohtajan haastattelu. 28.3.2011

Siimet Oy. Ei päiväystä. T270 Materiaalilaitos.pdf

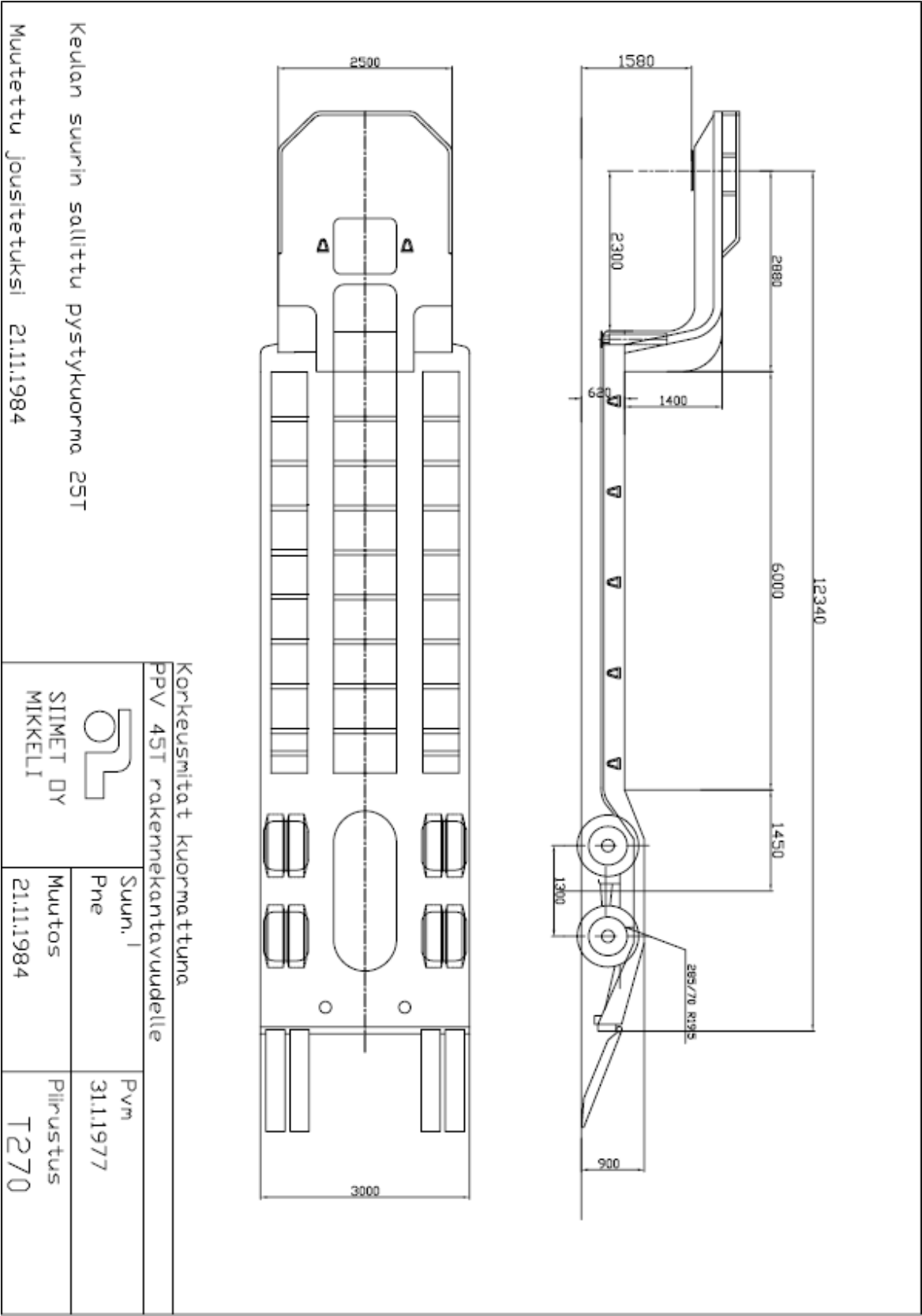
Siimet Oy. Ei päiväystä. T270 Mittakuva.pdf

VAK-Dolly. Ei päiväystä. VAK Oy. [WWW-dokumentti]. [viitattu 21.2.2011].
 Saatavana:
http://www.vakoy.fi/vak/tuotteet.php?kieli=1&sivu=tuotteet&r_id=604

Vetoautot. 2010. Scania Ab. [Verkkajulkaisu]. [viitattu 9.3.2011]. Saatavana:
http://prodsupport.scania.com/groups/bwd/documents/bwm/bwm_0000453_07.pdf

LIITTEET

LIITE 1.Lavetin mittapiirros



LIITE 2.Lavetin tiedot

VALMISTENUMERO :325
 ALKUPERÄINEN OMIS.:VESIHALLITUS
 nykyisin Materiaalilaitos
 VALMISTUSVUOSI :1977

MUUTOS :MUUTETTU JOUSITETUKSI 1984
 ALB-VENTTIILI :ASENNETTU 26.6.1991

TYYPPI :T 270 3M*6M KUORMATILA
 VAIHTOLAVAKORKEUS

KANTAVUUS :45 T
 RENGASKOKO :10.00-15 PR 18
 PIIRUSTUS N:O :T270
 KEINULEVY :1124
 VETOTAPPI :3 1/2"

TELMALLI:2-AKSELINEN JOUSITETTU
 JARRUKELLOT :AKSELI 1;24" / 180MM
 AKSELI 2;24" / 165MM
 AKSELI 3;-----
 AKSELI 4;-----

JARRUKOKO :310*190 ROR S-CAM
 PYÖRÄNPULTTI :1013-2
 PYÖRÄNMUTTERI :1048
 RASVATIIVISTE :160*130*15
 SISÄLAAKERI :33216
 ULKOLAAKERI :32215
 PYÖRÄNNAPA :113-4
 S-NOKAN LAAKERIT :NEULALAAKERIT
 S-NOKAN PITUUS :625mm
 Telin omamassa. 6900kg
 Keulan omamassa: 3650kg
 HUOMAA : ALB-ASENNUS 24.6 1991 NO:4757135000
 -VIPUVARSI 120MM
 -2*3450 KG 3.6 BAR Tyhjänä
 -2*11000 KG 6.5 BAR Kuormattuna
 -AUTOMAATTIJARRUVIVUT

LIITE 3.Valmistajan ratkaisumalli

LIITE 4.Valmistajan ratkaisumalli